

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

Practitioner's Docket No.: 782\_133

#4  
**PATENT**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re the application of: Yuichi ITO, KEN NISHI, Naohiro SHIMIZU and Shozo ISHII

Ser. No.: 09/669,815

Group Art Unit: 2881

Filed: September 26, 2000

Examiner: Not Assigned

For: METHOD OF TREATING SUBSTANCE AND APPARATUS FOR  
CARRYING OUT THE SAME

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, DC 20231

I hereby certify that this correspondence is being deposited  
with the United States Postal Service as first class mail  
addressed to Assistant Commissioner for Patents,  
Washington D.C. 20231 on December 13, 2000.

*Elizabeth A. VanAntwerp*  
Elizabeth A. VanAntwerp

**CLAIM FOR PRIORITY**

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified application and the priority provided in 35 USC 119 is hereby claimed:

Japanese Application 11-272,603 filed September 27, 1999.

In support of this claim, a certified copy of the Japanese Application is enclosed herewith.

Respectfully submitted,

December 13, 2000

Date

*Stephen P. Burr*  
Stephen P. Burr  
Reg. No. 32,970

SPB/eav

BURR & BROWN  
P.O. Box 7068  
Syracuse, NY 13261-7068

Customer No.: 025191  
Telephone: (315) 233-8300  
Facsimile: (315) 233-8320



PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy  
of the following application as filed with this Office.

Date of Application : September 27, 1999

Application Number : Japanese Patent Application  
No. 11-272603

Applicant(s) : NGK INSULATORS, LTD. and  
Shozo ISHII

Certified on September 22, 2000

Commissioner,  
Patent Office

Kozo OIKAWA (Sealed)

Certification No. 2000-3077282



日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1 9 9 9 年 9 月 2 7 日

出 願 番 号

Application Number:

平成 1 1 年 特 許 願 第 2 7 2 6 0 3 号

出 願 人

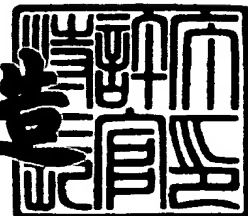
Applicant (s):

日本碍子株式会社  
石 井 彰 三

2 0 0 0 年 9 月 2 2 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 0 - 3 0 7 7 2 8 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 99P00076

【提出日】 平成11年 9月27日

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 B01D 53/00

【発明の名称】 物質処理方法および装置

【請求項の数】 37

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県名古屋市長久区瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内

    【氏名】 今西 雄一郎

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県名古屋市長久区瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内

    【氏名】 清水 尚博

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区浅田 1 丁目 1 番 2 号

    【氏名】 石井 彰三

【特許出願人】

    【識別番号】 000004064

    【氏名又は名称】 日本碍子株式会社

【特許出願人】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区浅田 1 丁目 1 番 2 号

    【氏名又は名称】 石井 彰三

【代理人】

    【識別番号】 100059258

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 杉村 暁秀

【選任した代理人】

【識別番号】 100072051

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 興作

【選任した代理人】

【識別番号】 100098383

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 純子

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015093

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703804

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 物質処理方法および装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 処理すべき物質を含む流体が通過する複数の貫通孔を有する電気絶縁性のハニカム構造体の内部で放電プラズマを発生させ、貫通孔を通過する流体中の特定物質を、放電プラズマとの反応と、放電電圧を印加するための電極の少なくとも一部の触媒作用とによって処理することを特徴とする物質処理方法。

【請求項 2】 処理すべき物質を含む流体が通過する複数の貫通孔を有する電気絶縁性のハニカム構造体の内部で放電プラズマを発生させると共に、ハニカム構造体の少なくとも一部を光触媒作用を有する材料を含むセラミックスで形成し、前記貫通孔を通過する流体中の特定物質を、この放電プラズマとの反応と、前記放電プラズマからの発光により励起される光触媒作用で発生される活性酸素との反応とで処理することを特徴とする物質処理方法。

【請求項 3】 前記ハニカム構造体の内部でプラズマを発生させるための放電を、パルスコロナ放電とすることを特徴とする請求項 1～2 の何れかに記載の物質処理方法。

【請求項 4】 前記ハニカム構造体の内部でプラズマを発生させるため、ダイオキシンなどの有害物質を分解するエネルギーとなるように電子を加速することを特徴とする請求項 3 に記載の物質処理方法。

【請求項 5】 前記ハニカム構造体の内部でプラズマを発生させるためのパルス放電により加速された電子のエネルギーを  $3\text{ eV} \sim 10\text{ eV}$  とすることを特徴とする請求項 4 に記載の物質処理方法。

【請求項 6】 前記ハニカム構造体の内部でプラズマを発生させるため、パルスコロナ放電用電源のパルス電流の立ち上がり特性を、 $5 \times 10^{10}$  アンペア/秒以上とすることを特徴とする請求項 5 に記載の物質処理方法。

【請求項 7】 前記パルスコロナ放電を行わせるパルスを、静電誘導サイリスタを能動素子とする半導体パルス発生回路から発生させることを特徴とする請求項 6 に記載の物質処理方法。

【請求項 8】 前記ハニカム構造体の内部でプラズマを発生させるための放電を

ハニカム構造体の貫通孔と平行な方向に発生させることを特徴とする請求項 1～7 の何れかに記載の物質処理方法。

【請求項 9】 前記ハニカム構造体の内部でプラズマを発生させるための放電をハニカム構造体の貫通孔と直交する方向に発生させることを特徴とする請求項 1～7 の何れかに記載の物質処理方法。

【請求項 10】 処理すべき物質を含む流体が通過する空間の少なくとも一部を、光触媒材料を含む材料で画成すると共にこの空間内で放電プラズマを発生させ、処理すべき物質を、前記放電プラズマとの反応と、前記放電プラズマからの発光により前記光触媒材料を励起して発生される活性酸素の分解および／または酸化作用とで処理することを特徴とする物質処理方法。

【請求項 11】 前記処理すべき物質を含む流体が通過する空間内で発生させる放電プラズマをパルスコロナ放電プラズマとすることを特徴とする請求項 10 に記載の物質処理方法。

【請求項 12】 処理すべき物質を含む流体が通過する複数の貫通孔を互いに平行に形成した電気絶縁性のハニカム構造体と、

このハニカム構造体の内部で、貫通孔を通過する流体中の特定物質と反応する放電プラズマを発生し、少なくとも一部分が触媒作用を有する材料で形成された電極手段と、

この電極手段に接続され、前記ハニカム構造体の貫通孔内で放電プラズマを発生させる放電電圧を前記電極手段に印加する電源と、  
を具えることを特徴とする物質処理装置。

【請求項 13】 前記電源手段を、前記ハニカム構造体の内部でパルスコロナ放電プラズマを発生させるパルス電源としたことを特徴とする請求項 12 に記載の物質処理装置。

【請求項 14】 前記ハニカム構造体の内部でパルスプラズマ放電を発生させるためのパルス電源を、ダイオキシンなどの有害物質を分解する電子エネルギーとなるように電子を加速するようなパルス持続時間および振幅を有するものとしたことを特徴とする請求項 13 に記載の物質処理装置。

【請求項 15】 前記ハニカム構造体の内部でプラズマを発生させるためのパル



スコロナ放電により加速される電子のエネルギーを  $3\text{ eV} \sim 10\text{ eV}$  としたことを特徴とする請求項 14 に記載の物質処理装置。

【請求項 16】 前記ハニカム構造体の内部でプラズマを発生させるためのパルスコロナ放電用電源のパルス電流の立ち上がり特性を、 $5 \times 10^{10}$  アンペア/秒以上としたことを特徴とする請求項 15 に記載の物質処理装置。

【請求項 17】 前記パルスコロナ放電用電源を、静電誘導サイリスタを能動素子とするパルス発生回路で構成したことを特徴とする請求項 16 に記載の物質処理装置。

【請求項 18】 前記触媒作用を有する電極手段を、白金、パラジウム、ニッケル系金属としたことを特徴とする請求項 12～17 の何れかに記載の物質処理装置。

【請求項 19】 処理すべき物質を含む流体が通過する複数の貫通孔を互いに平行に形成し、少なくとも一部が光触媒作用を有する材料を含むセラミックスで形成されたハニカム構造体と、

このハニカム構造体の内部で、貫通孔を通過する流体中の特定物質と反応して処理すると共に前記光触媒作用を有する材料を励起する光を発生する放電プラズマを発生する電極手段と、

この電極手段に接続され、前記ハニカム構造体の貫通孔内でプラズマ放電を発生させる放電電圧を前記電極手段に印加する電源と、  
を具えることを特徴とする物質処理装置。

【請求項 20】 前記電源手段を、前記ハニカム構造体の内部でパルスコロナ放電プラズマを発生させるパルス電源としたことを特徴とする請求項 19 に記載の物質処理装置。

【請求項 21】 前記ハニカム構造体の内部でパルスコロナ放電プラズマを発生させるためのパルス電源を、ダイオキシンなどの有害物質を分解するエネルギーとなるように電子を加速するようなパルス持続時間および振幅を有するものとしたことを特徴とする請求項 20 に記載の物質処理装置。

【請求項 22】 前記ハニカム構造体の内部でプラズマを発生させるためのパルスコロナ放電により加速される電子のエネルギーを  $3\text{ eV} \sim 10\text{ eV}$  としたことを

を特徴とする請求項 21 に記載の物質処理装置。

【請求項 23】 前記ハニカム構造体の内部でプラズマを発生させるためのパルスコロナ放電用電源のパルス電流の立ち上がり特性を、 $5 \times 10^{10}$ アンペア/秒以上としたことを特徴とする請求項 22 に記載の物質処理装置。

【請求項 24】 前記パルスコロナ放電用電源を、静電誘導サイリスタを能動素子とするパルス発生回路で構成したことを特徴とする請求項 23 に記載の物質処理装置。

【請求項 25】 前記光触媒作用を有する材料を  $TiO_2$  としたことを特徴とする請求項 19～24 の何れかに記載の物質処理装置。

【請求項 26】 前記電極手段に、前記ハニカム構造体の一方の端面に設けられた第 1 の電極と、ハニカム構造体の他方の端面に設けられた第 2 の電極とを設け、ハニカム構造体の貫通孔の延在方向にプラズマ放電用電界を印加することを特徴とする請求項 12～25 の何れかに記載の物質処理装置。

【請求項 27】 前記第 1 および第 2 の電極のそれぞれを、前記ハニカム構造体の端面に固着された導電性メッシュで構成したことを特徴とする請求項 26 に記載の物質処理装置。

【請求項 28】 前記第 1 および第 2 の電極のそれぞれを、前記ハニカム構造体の端面に被着された導電層で構成し、これらの導電層を貫通孔の内壁まで延在させたことを特徴とする請求項 26 に記載の物質処理装置。

【請求項 29】 前記電極手段に、前記ハニカム構造体の複数の貫通孔の各々の内壁に、互いに絶縁分離されるように被着された第 1 および第 2 の電極を設け、ハニカム構造体の貫通孔の延在方向と直交する方向にプラズマ放電用電界を印加することを特徴とする請求項 12～25 の何れかに記載の物質処理装置。

【請求項 30】 前記電極手段に、前記ハニカム構造体の複数の貫通孔に挿通され、触媒作用を有する金属で形成された第 1 の電極と、ハニカム構造体の他の複数の貫通孔に挿通され、触媒作用を有する金属で形成された第 2 の電極とを設け、ハニカム構造体の貫通孔の延在方向と直交する方向に放電プラズマを発生させるようにしたことを特徴とする請求項 29 に記載の物質処理装置。

【請求項 31】 前記ハニカム構造体の貫通孔の内壁に凹凸構造を形成したこと

を特徴とする請求項 1 2 ~ 3 0 の何れかに記載の物質処理装置。

【請求項 3 2】 前記ハニカム構造体を複数並列に配列したことを特徴とする請求項 1 2 ~ 3 1 の何れかに記載の物質処理装置。

【請求項 3 3】 前記ハニカム構造体を複数直列に配列したことを特徴とする請求項 1 2 ~ 3 1 の何れかに記載の物質処理装置。

【請求項 3 4】 前記複数のハニカム構造体の電極間に異なる放電電圧を印加するように構成したことを特徴とする請求項 3 3 に記載の物質処理装置。

【請求項 3 5】 スリーブ電極と、

このスリーブ電極の内側に配置され、光触媒作用を有する材料を含むセラミックスで形成され、処理すべき物質を含む流体が通過する管路を画成する絶縁性スリーブと、

この絶縁性スリーブのほぼ中央に沿って架設されたワイヤ電極と、

このワイヤ電極の外周に設けられた光触媒作用を有する材料を含むセラミックスで形成された絶縁性シースと、

前記スリーブ電極およびワイヤ電極に接続され、これらの間に放電プラズマを発生させる放電電圧を印加する放電電源と、

を具え、前記放電プラズマと前記特定物質との反応および放電プラズマによる発光で前記光触媒作用を有する材料を励起して発生される活性酸素との反応によって前記物質を処理することを特徴とする物質処理装置。

【請求項 3 6】 前記放電電源を、前記スリーブ電極とワイヤ電極との間にパルスコロナ放電プラズマを発生させるパルス電源としたことを特徴とする請求項 3 5 に記載の物質処理装置。

【請求項 3 7】 前記光触媒作用を有する材料を  $TiO_2$  としたことを特徴とする請求項 3 5 ~ 3 6 の何れかに記載の物質処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、処理すべき物質を含む流体に放電プラズマを作用させてこの物質を処理する方法および装置に関するものであり、特に焼却設備から排出される排出

ガスに含まれるダイオキシンなどの有害物質を放電プラズマにより無害な物質或いは捕集が容易な物質へ分解するのに適した物質処理方法および装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

都市型のごみ焼却炉や産業廃棄物の焼却設備の燃焼炉から排出される排気ガス中には種々の有害物質が含まれているが、NOx、SOxの他に最近ではダイオキシンが有害物質として注目されている。これらの有害物質を安全なレベル以下に減少させた後に大気中へ排出することが重要であり、そのために種々の処理方法が提案されている。

【0003】 しかしながら、従来提案されているものは何れも設備が大掛かりになったり、処理効率が低かったり、ランニングコストが高かったり、メンテナンスが面倒であるなどといった欠点があり、実用化の点で多くの問題がある。例えば、多くの焼却設備では電気集塵装置が用いられているが、ダイオキシン発生源の一つと考えられており、電気集塵装置に代わってバグフィルタが用いられるようになってきたが、バグフィルタは耐久性に乏しいと共に保守管理が面倒である。

【0004】 このような欠点を軽減するものとして、コロナ放電や誘電体バリヤ放電などによって発生させた電子を上述した有害物質と反応させて無害な物質へ変換したり捕捉促進を図ったりすることが提案されている。例えば、図1に示すように、同軸円筒型と称される反応容器として作用する導電性のパイプ1の中心にワイヤ電極2を設け、これらパイプとワイヤ電極との間にパルス電源3を接続して、パイプ内にコロナ放電を発生させ、排出ガスをパイプ1の一端から他端へ流し、コロナ放電で生成されるラジカルや加速された電子をダイオキシンやNOx、SOxと反応させて分解し、無害な物質へ変換することが知られている。

【0005】 上述したパルス放電プラズマを利用した排気ガス処理方法の変形例として図2に示すような誘電体バリヤ放電を利用したものも提案されている。この方法では、導電材料より成るパイプ1の内周に誘電体よりなるパイプ4を設け、この誘電体パイプの中心にワイヤ電極2を配置したものである。また、この

場合には、導電性パイプ 1 とワイヤ電極 2 との間に交流電源 5 を接続してバリヤ放電を起こすようにしている。

【0006】 また、図 3 に示すように、複数のプレート電極 6 を互いに平行に配列し、隣接するプレート電極の間にワイヤ状の電極 7 を配置し、これらの電極をパルス電源 3 に接続したのもも提案されている。この場合には、処理すべき物質を含む排気ガスを順次のプレート電極 6 の間を通過させて、プレート電極 6 とワイヤ電極 7 との間に発生されるパルス放電プラズマと反応させるようにしている。このような技術は、電気学会誌、119 巻、5 号、1997 年において、安井裕之による「パルスコロナ放電による排ガス処理技術」に開示されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

上述した従来の放電プラズマによる物質処理方法では、比較的広い断面積を有する流体通路の中心にワイヤ電極を配置しているので、流体が流れる空間に亘って放電プラズマが均一に発生しないという問題がある。例えば、図 1 に示した例では、図 4 および 5 に示すようにワイヤ電極 2 の周辺にのみ放電プラズマが集中してしまい、その外側での放電プラズマは非常に弱い。このように放電プラズマが流体通路において局在化していると、流体中に含まれる特定の物質がプラズマによって生成される電子と反応する確率が低くなり、処理効率が低いという問題がある。このような問題は、図 3 に示したようなプレート電極とワイヤ電極とを用いる場合でも同様である。

【0008】 また、上述した従来の物質処理方法では、2 つの電極間にパルス電源や交流電源を接続しているが、例えば排気ガス中に含まれるダイオキシンを分解するために相当高いエネルギーを持った電子と反応させる必要があるが、このような高エネルギー電子を効率よく生成することについて深く考察されていない。すなわち、単なる交流電圧を電極間に印加しても所望の高エネルギーを持った電子を効率よく発生させることはできない。すなわち、交流電源を使用する場合には、図 5 のグラフの曲線 A で示すように、1 eV 程度のエネルギーを持った電子が最も多く発生されるが、5 eV 前後のエネルギーを持った電子の密度は低くなる。一方、ダイオキシンを効率よく分解するには 3 ~ 10 eV 程度のエネル

ギーを有する電子の密度は低く、処理効率が低くなる。

【0009】 さらに、パルス電源を用いる場合でも、ダイオキシンを効率よく分解するには3～10 eV程度のエネルギーを有する電子を発生させる必要があるが、そのためには、放電電極間に印加される電圧パルスの立ち上がりを急峻とすると共にパルス巾を短くすることが重要である。このためにはサイラトロンを能動素子として用いたパルス電源を用いることが考えられる。サイラトロンを用いたパルス電源では、図7に示すように立ち上がりが急峻で、パルス巾が短く、放電電流も大きいという特長があるが、大型になる、電力効率が低い、価格が高価となる、寿命が短い、特性が経時変化し、保守に手間が掛かるなどの問題がある。特に、ごみ焼却設備で使用する場合には、カソードヒータなどでの電力消費が大きく、交換コスト等の点で高価となり、寿命が短く、保守に手間が掛かるという点で適当でない。

【0010】 このような問題を解決するためには、電力効率が高く、寿命が半永久的な半導体素子をスイッチング素子として用いたパルス電源を用いることが望ましい。この半導体素子としては、GTO (Gate Turn-off Thyristor) や IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) などがあるが、GTOでは図8に示すように立ち上がりが非常に緩やかにであると共にパルス巾も長く、磁気圧縮回路などの付帯する大掛かりな回路を多段に設けない限り、所望のエネルギーを持った電子を高い密度で生成することはできない。また、IGBTでも図9に示すようにGTOよりも立ち上がりが急峻でパルス巾も短いが、ダイオキシンなどの有害物質を効率よく分解するための3～10 eV程度のエネルギーを有する電子を高密度で発生させるのに十分に急峻なパルス立ち上がり特性を実現することは困難である。

【0011】 また、排ガス中に含まれる有害物質を触媒作用を有する材料を用いて処理することは従来より周知であるが、その処理効率は十分高いものではなく、例えば都市型のごみ焼却炉や産業廃棄物の処理焼却施設から排出されるような高い濃度で有害物質を含む排ガスを浄化するには不十分である。

【0012】 また、最近では光触媒作用を有するTiO<sub>2</sub>などの材料を用いて有害物質を処理することも提案されている。しかしながら、この光触媒材料は紫

外線による励起が必要であるので、道路側壁、道路舗装面、建造物の外壁などの屋外での使用に限定されており、上述したような焼却設備に使用することは難しい。

【0013】 本発明の目的は、処理すべき物質を含む流体を通過させる長い通路に沿って均一に放電プラズマを発生させることによって物質を効率よく処理することができるとともに触媒作用による処理との相乗効果によって一層効率よく物質を処理することができる方法および装置を提供しようとするものである。

【0014】 本発明の他の目的は、所定の物質を効率よく処理する所定の高いエネルギーを持った電子を高い密度で生成するパルス放電プラズマによって物質を特に効率よく処理することができる物質処理方法および装置を提供しようとするものである。

【0015】 本発明の他の目的は、上述した所定の高いエネルギーを持った電子を生成するパルスコロナ放電プラズマを半導体素子をスイッチング素子とするパルス電源によって発生させることができる物質処理方法および装置を提供しようとするものである。

【0016】 本発明のさらに他の目的は、放電プラズマによる発光を利用して光触媒作用を有する材料を励起することにより、処理能力を一層高めることができるとともに屋内での使用をも可能とした物質処理方法および装置を提供しようとするものである。

【0017】

【課題を解決するための手段】

本発明の物質処理方法は、処理すべき物質を含む流体が通過する複数の貫通孔を有する電気絶縁性のハニカム構造体の内部で放電プラズマを発生させ、貫通孔を通過する流体中の特定物質を、放電プラズマとの反応と、放電電圧を印加するための電極の少なくとも一部の触媒作用とによって処理することを特徴とするものである。

【0018】 さらに本発明による物質処理方法は、処理すべき物質を含む流体が通過する複数の貫通孔を有する電気絶縁性のハニカム構造体の内部で放電プラズマを発生させると共に、ハニカム構造体の少なくとも一部を光触媒作用を有す

る材料を含むセラミックスで形成し、前記貫通孔を通過する流体中の特定物質を、この放電プラズマとの反応と、前記放電プラズマからの発光により励起される光触媒作用で発生される活性酸素との反応とで処理することを特徴とするものである。

【0019】 さらに本発明による物質処理方法は、処理すべき物質を含む流体が通過する空間の少なくとも一部を、光触媒材料を含む材料で画成すると共にこの空間内で放電プラズマを発生させ、処理すべき物質を、前記放電プラズマとの反応と、前記放電プラズマからの発光により前記光触媒材料を励起して発生される活性酸素の分解および／または酸化作用とで処理することを特徴とするものである。

【0020】 本発明による物質処理装置は、

処理すべき物質を含む流体が通過する複数の貫通孔を互いに平行に形成した電気絶縁性のハニカム構造体と、

このハニカム構造体の内部で、貫通孔を通過する流体中の特定物質と反応する放電プラズマを発生し、少なくとも一部分が触媒作用を有する材料で形成された電極手段と、

この電極手段に接続され、前記ハニカム構造体の貫通孔内で放電プラズマを発生させる放電電圧を前記電極手段に印加する電源と、  
を具えることを特徴とするものである。

【0021】 さらに本発明による物質処理装置は、

処理すべき物質を含む流体が通過する複数の貫通孔を互いに平行に形成し、少なくとも一部が光触媒作用を有する材料を含むセラミックスで形成されたハニカム構造体と、

このハニカム構造体の内部で、貫通孔を通過する流体中の特定物質と反応して処理すると共に前記光触媒作用を有する材料を励起する光を発生する放電プラズマを発生する電極手段と、

この電極手段に接続され、前記ハニカム構造体の貫通孔内でプラズマ放電を発生させる放電電圧を前記電極手段に印加する電源と、  
を具えることを特徴とするものである。



【0022】 上述したような本発明による物質処理方法および装置においては、ハニカム構造体の貫通孔に沿って処理すべき物質を含む気体または液体、すなわち流体を流し、この貫通孔の内部に放電プラズマを発生させるようにしたので、流体通路の断面全体に亘って放電プラズマが均一に発生されるようになり、物質が放電プラズマ中のラジカルや電子と反応する確率が高くなり、処理効率が向上する。

【0023】 さらに放電電圧が印加される電極の少なくとも1部分を触媒作用を有する白金、パラジウム、ニッケル系金属などの金属で形成した本発明の物質処理方法および装置では、この触媒作用によって特定の物質が変成されるのでエネルギーが低い電子との反応によっても分解されるようになるので、処理効率が著しく向上することになる。

【0024】 また、ハニカム構造体を光触媒作用を有する材料を含むセラミックスで形成した本発明による物質処理方法および装置においては、ハニカム構造体の貫通孔に沿って均一に発生される放電プラズマから放射される紫外線によって触媒作用を有する材料が励起されて活性酸素が発生され、これによって特定物質の分解および／または酸化が行われるが、この活性酸素は貫通孔の内壁近傍だけでなく、貫通孔の全体に亘って発生するので処理効率が特に高くなる。また、特定物質と放電プラズマのラジカルや電子との反応によって生成される物質が活性酸素によりさらに処理されたり、特定物質と活性酸素との反応により生成される物質が放電プラズマのラジカルや電子と反応して処理されるといった相乗効果も期待できる。

【0025】 上述したハニカム構造体を利用した本発明による物質処理方法および装置は、種々の用途に適用することができるが、特に都市型のごみや産業廃棄物の焼却設備から排出される排出ガスに含まれるダイオキシンや $\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_x$ などの有害物質をハニカム構造体の内部で発生させるプラズマとの反応によって無害な物質へ分解する用途に適用するのが好適である。このような用途においては、ハニカム構造体の内部で発生させる放電プラズマをパルスコロナ放電プラズマとし、ダイオキシンなどの有害物質を効率良く分解する高エネルギー電子を特異的に多量に発生するようなパルスコロナ放電を行うのが特に好適である。

【0026】 このようなパルスコロナ放電プラズマ中に生成されるダイオキシンの有害物質を効率良く分解する高エネルギー電子のエネルギーは  $3\text{ eV} \sim 10\text{ eV}$  とするのが好適である。このようなエネルギーを有する電子を高い密度で発生させるためには、パルス放電電流の立ち上がり特性を、 $5 \times 10^{10}$  アンペア/秒以上、好ましくは  $1 \times 10^{11}$  アンペア/秒以上とし、パルス放電電流の振幅を数千アンペアとするのが好適である。

【0027】 本発明においては、このようなパルスを発生させるパルス電源として静電誘導サイリスタを能動素子とするパルス発生回路を有利に使用することができる。このような静電誘導サイリスタによれば、上述したサイラトロンを用いるパルス発生回路に比べて小型にできると共に消費電力も低く抑えることができる。また、上述した GTO や IGBT などと比べて立ち上がりが非常に急峻であり、導通時の電流容量も大きくすることができる。

【0028】 本発明によれば、前記ハニカム構造体の内部での放電プラズマは、ハニカム構造体の貫通孔と平行な方向に発生させたり、貫通孔の延在方向と直交する方向に発生させたりすることができる。

【0029】 例えば、貫通孔の延在方向と平行な方向に放電プラズマを発生させる場合には、ハニカム構造体の一方の端面に設けられた第 1 の電極と、ハニカム構造体の他方の端面に設けられた第 2 の電極との間に放電プラズマ用電圧を印加することができる。また、これら第 1 および第 2 の電極のそれぞれは、前記ハニカム構造体の端面に固着された導電性メッシュで構成したり、ハニカム構造体の端面に被着された導電層で構成することができる。ここで、これらの導電層を触媒作用を有する金属で形成する場合には、ハニカム構造体の貫通孔の内壁まで延在するように形成するのが好適である。

【0030】 また、ハニカム構造体の貫通孔の延在方向と直交する方向に放電プラズマを発生させる場合には、ハニカム構造体のほぼ中央の貫通孔に挿通された第 1 の電極と、ハニカム構造体の外周面に被着された導電層より成る第 2 の電極との間に放電用電圧を印加したり、ハニカム構造体の複数の貫通孔の各々の内壁に、互いに絶縁分離されるように被着した導電層より成る第 1 および第 2 の電

極の間に放電用電圧を印加したりすることができる。

【0031】 さらに、ハニカム構造体の複数本の貫通孔に挿通された第1の電極と、ハニカム構造体の複数本の他の貫通孔に挿通された第2の電極との間に放電プラズマ用電圧を印加することもできる。この場合には、これらの第1および第2の電極は、貫通孔に通した導電線を以て構成したり、貫通孔の内壁に被着した導電層を以て構成することができる。このような構成では、これらの電極を触媒作用を有する材料で形成したり、ハニカム構造体を光触媒作用を有する材料で形成することができる。また、上述した電極はハニカム構造体の貫通孔に充填した導電性ロッドを以て形成することもできるが、この場合にはハニカム構造体を光触媒作用を有する材料で形成すればよい。

【0032】 さらに本発明による物質処理装置は、

一方の電極を構成する導電性パイプと、

この導電性パイプの内側に配置され、少なくとも一部分が光触媒作用を有する材料を含むセラミックスで形成され、処理すべき物質を含む流体が通過する管路を画成する絶縁性パイプと、

この絶縁性パイプのほぼ中央に沿って架設された他方の電極を構成するワイヤ電極と、

このワイヤ電極の外周に設けられた光触媒作用を有する材料を含むセラミックスで形成された絶縁性シースと、

前記導電性パイプおよびワイヤ電極に接続され、これらの間に放電プラズマを発生させる放電電圧を印加する放電電源と、

を具え、前記特定物質を、前記放電プラズマとの反応と、放電プラズマによる発光で前記光触媒作用を有する材料を励起して発生される活性酸素との反応とによって前記物質を処理することを特徴とするものである。

【0033】 このような本発明による物質処理装置では、放電プラズマによる特定物質の処理と、光触媒作用によって発生される活性酸素による処理とによって物質を非常に効率よく処理することができる。この場合、上述したところと同様に、特定物質は放電プラズマのラジカルや電子および活性酸素との直接的な反応によって処理されると共に、これらの反応によって生成される物質が、さらに

活性酸素およびラジカルや電子と反応して処理される可能性もあるので、処理効率が向上することになる。また、光触媒作用を有する材料は、例えば $TiO_2$ とすることができるが、本発明ではハニカム構造体の全体をこのような材料で形成しても良いが、セラミックス中に含ませても良い。

【0034】

【発明の実施の形態】

図10および11は本発明による物質処理方法の第1の基本的な構成を示す線図である。本発明の特長の1つは、処理すべき物質を通す通路を構成すると共にプラズマを発生させる放電空間を構成する部材として電気絶縁材料より成るハニカム構造体11を用いるものであるが、第1の基本構成においては、このハニカム構造体に形成した複数の貫通孔12の延在方向と平行な方向に放電用の電界を印加する。本例では、この目的のためにハニカム構造体11の端面にそれぞれ触媒作用を有する金属より成るメッシュ電極13および14を取り付け、これらのメッシュ電極を交流電源15に接続する。

【0035】 本例では、これらのメッシュ電極13および14をニッケル系金属で形成するが、白金やパラジウムなどの触媒作用を有する金属であればどのような金属でも良い。このようなメッシュ電極13および14の触媒作用によって、上述した有害物質は分解し易くなるので、放電プラズマ中に生成されるラジカルや加速された電子との反応によって効率よく分解されることになる。

【0036】 本例では、都市型ごみ焼却炉から排出される排ガス中に含まれる有害物質、特にダイオキシンや $NO_x$ 、 $SO_x$ などを放電プラズマ中に生成されるラジカルや加速された電子と反応させて無害な物質に分解するものである。ハニカム構造体11をコージエライトセラミックスで形成し、1平方センチ当たりほぼ5個の割合で貫通孔12を形成する。また、メッシュ電極13および14は40メッシュのメッシュサイズを有するものとする。さらに、交流電源15は、最高70KVまでの電圧を出力することができる可変型とし、周波数は数KHz、例えば5KHzとする。

【0037】 これらのハニカム構造体11の貫通孔12の単位面積当たりの個数やメッシュ電極13、14のメッシュサイズや高周波電源15の出力電圧は、

貫通孔 12 の断面積や、ハニカム構造体 11 の長さおよび直径などと共に処理すべき物質を含む排ガスの流量、排ガス中の物質の濃度、処理した後の排ガスに残留する物質の濃度などを考慮して決めることができるが、主として製造上の理由からハニカム構造体の長さおよび直径はほぼ 1 ~ 100 cm および 5 ~ 20 cm とするのが好適である。また、貫通孔の内接円については、5 ~ 10 mm 角の間で選定することができる。

【0038】 図 11 は本発明による物質処理方法の第 1 の基本的な構成を有する第 2 の実施例を示す線図であり、前例と同様の部分には前例と同じ符号を付けて示し、その詳細な説明は省略する。図 10 に示した第 1 の実施例では触媒作用を有する金属で形成されたメッシュ電極 13 および 14 を交流電源 15 に接続したが、本例ではパルス電源 16 に接続する。このようなパルス電源 16 を用いることによりハニカム構造体 11 の貫通孔 12 ではパルスコロナ放電プラズマが発生されるが、本発明ではこのパルス電源 16 を、パルスコロナ放電プラズマ中に、ダイオキシンを有効に分解することができるほぼ 3 ~ 10 eV の高いエネルギーを有する高エネルギー電子およびラジカルを特異的に高い密度で生成するようなものに設定する。

【0039】 本発明ではこのようなパルス電源 16 を用いることによって、パルスコロナ放電プラズマ中に生成される電子のエネルギーと密度との関係を表す図 6 の曲線 B に示すように、ダイオキシンを効率よく分解できるほぼ 3 ~ 10 eV の高いエネルギーを持った電子を特異的に高い密度で発生させることができ、したがって処理能率を著しく向上することができる。上述したようにメッシュ電極 13 および 14 を触媒作用を有する金属で形成することによって有害物質は分解し易くなるが、より高いエネルギーを有する電子を高密度で発生させれば、さらに分解は促進され、処理能力は一層高いものとなる。

【0040】 このようにダイオキシンを効率よく分解できるほぼ 3 ~ 10 eV の高いエネルギーを持った電子を高密度で発生させるパルス電源 16 としては、パルスコロナ放電用電源のパルス電流の立ち上がりが、 $5 \times 10^{10}$  アンペア/秒以上、好ましくは  $1 \times 10^{11}$  アンペア/秒以上と急峻で、エネルギー消費が小さく、10 ~ 70 KV の高電圧を有し、導通時の電流を数千アンペアとすること

ができるパルス電源を用いるのが好適である。このような電源により、放電電極間に印加されるパルス電圧の上昇レートは、 $1 \times 10^{12} \text{ v/s}$  程度である。このような放電パルスを出力することができるパルス電源としては、サイラトロンをスイッチングデバイスとして用いた電源が考えられるが、大型になり、消費電力も大きく、寿命も短く、交換などの保守も面倒となり、コストも高くなってしまふ。

【0041】 本発明においては、このような欠点を解消するために、パルス電源 16 として、静電誘導サイリスタをスイッチング素子とするパルス電源を用いる。図 12 は、静電誘導サイリスタの特性を示すグラフであるが、立ち上がりが急峻であると共に大きな電流を流すことができるものである。勿論、静電誘導サイリスタは半導体素子であるので、小型化でき、消費電力も非常に小さく、寿命も半永久的であり、保守が容易で、コストも低いものである。したがって、静電誘導サイリスタを能動素子とするパルス電源は本発明による物質処理装置のパルス電源として最適である。本発明においては、パルスの電圧振幅は  $10 \sim 70 \text{ KV}$  程度が有効である。パルスの繰り返し周波数については数  $\text{KHz}$  から  $10 \text{ KHz}$  程度とすることができる。

【0042】 図 13 および 14 は、上述した第 1 および第 2 の実施例と同様に触媒作用を有する金属で形成されたメッシュ電極を用いた第 3 および第 4 の実施例の一部分を拡大して示す斜視図である。図 13 に示す第 3 の実施例ではハニカム構造体 11 の貫通孔 12 の断面形状を六角形とし、メッシュ電極 13 のメッシュの形状を矩形とし、図 14 に示す第 4 の実施例ではハニカム構造体 11 の貫通孔 12 の断面形状を方形とし、メッシュ電極 13 のメッシュ形状を対応する方形とし、メッシュ電極で貫通孔の開口部を塞がないように構成する。本発明においては、このようにメッシュ電極 13 のメッシュのサイズおよび形状並びにハニカム構造体 11 の貫通孔 12 の断面形状およびメッシュとの相対位置関係などを一致させる必要はなく、メッシュ電極はハニカム構造体 11 の全体に亘ってできるだけ均一に放電プラズマが発生するようなものであれば良い。

【0043】 図 15 は、本発明の第 1 の基本構成に基づく物質処理装置の第 5 の実施例の構成を示すものであり、図 16 はメッシュ電極部分を拡大して示す斜

視図である。本例では、パルス電源 1 6 に接続したメッシュ電極 1 7 および 1 8 をハニカム構造体 1 1 の互いに対向する両端面に被着した触媒作用を有する金属層を以て形成したものである。このようにメッシュ電極 1 7 および 1 8 をハニカム構造体 1 1 の端面に被着した導電層で形成することにより、貫通孔 1 2 の開口部を塞がないメッシュ電極を容易に得ることができる。さらに、本例ではこれらのメッシュ電極 1 7 および 1 8 を、ハニカム構造体 1 1 の貫通孔 1 2 の内壁まで延在させ、処理すべき物質との接触面積を増大させている。

【0044】 図 1 7 および 1 8 は、パルス電源 1 6 からパルスを印加したときにハニカム構造体 1 1 の貫通孔 1 2 に沿って発生されるパルスコロナ放電プラズマの状況を示す横断面図および縦断面図である。これらの図面に示すように、本発明においてはハニカム構造体 1 1 の貫通孔 1 2 に沿って放電プラズマが発生されており、したがってパルスコロナ放電プラズマ中に生成される高エネルギー電子および生成ラジカルと排ガス中に含まれるダイオキシンの反応がきわめて効率よく行われ、ダイオキシンを効率よく分解することができる。また、本発明においては、放電プラズマはハニカム構造体 1 1 の貫通孔 1 2 の内面に沿って発生する沿面放電となっていることが確認された。

【0045】 上述した第 1 ～第 5 の実施例においては、放電プラズマをハニカム構造体 1 1 の貫通孔 1 2 の延在方向と平行な方向に放電電界を与えるようにしたが、本発明の第 2 の基本的な構成においてはハニカム構造体 1 1 の貫通孔 1 2 の延在方向と直交する方向に放電電界を与えるものである。図 1 9 はこのような第 2 の基本的な構成に基づく本発明による物質処理装置の第 6 の実施例を示す斜視図である。本例では複数の触媒作用を有する金属より成るワイヤ電極 2 1 を貫通孔 1 2 に通し、これらワイヤ電極の一端を導電プレート 2 2 に固定し、他端を導電プレート 2 3 に固定し、これらの導電プレートをパルス電源 1 6 の一方の出力端子に接続し、その他端をハニカム構造体 1 2 の外周面に設けた円筒状電極 2 5 に接続したものである。この場合、触媒作用を持つワイヤ電極 2 1 は全ての貫通孔 1 2 に通す必要はないが、多数の貫通孔の全体に亘って均等に分布させるのが好適である。

【0046】 図 2 0 は本発明による第 2 の基本的な構成に基づく物質処理装置

の第7の実施例を示すものである。上述した図19に示した第6の実施例においては、一方の電極をハニカム構造体11の外周面に被着した円筒状電極25で形成したが、本例においては、全ての電極を触媒作用を有する金属より成るワイヤ電極を以て構成し、これらをハニカム構造体の貫通孔12に通したものである。この場合、ハニカム構造体11全体に亘って均一に放電プラズマが発生するように第1群のワイヤ電極26と、第2群のワイヤ電極27とが均等に分散するように配列してある。

【0047】 図21は本発明による物質処理装置の第7実施例を示すものである。本例では、ハニカム構造体11を光触媒作用を有する材料、例えばTiO<sub>2</sub>を含むセラミックスで形成し、その貫通孔12に導電材料を充填して形成したロッド電極28および29を以て形成する。このような構成では、ロッド電極28および29を配設した貫通孔12は完全に塞がれるので、図21に示すようにかなり粗く分散して設ける方が良い。

【0048】 本例ではハニカム構造体12の貫通孔12の延在方向と直交する方向に放電用電界が印加され、ロッド電極28および29が設けられていない貫通孔の内部で放電プラズマが発生されるが、この放電プラズマから発光される紫外線によって光触媒作用を有する材料が励起され、貫通孔内部に活性酸素が発生される。この活性酸素が貫通孔を通る物質を分解したり、酸化したりする。この場合、活性酸素は貫通孔の内壁上だけでなくこれから離れたところまで存在するので、排ガス中の有害物質と反応する可能性は高くなり、処理効率を一層向上することができる。

【0049】 図22は、本発明による第2の基本構成に基づく物質処理装置の第9の実施例を示すものである。本例では、ハニカム構造体11を光触媒作用を有する材料を含むセラミックスで形成すると共に貫通孔12の内壁に触媒作用を有する金属より成る第1および第2のストリップ電極31および32を設け、これらのストリップ電極の間にパルス電源16を接続したものである。このようなストリップ電極31および32は、例えば適当なマスクを内壁に被着し、触媒作用を有する金属を蒸着した後マスクを除去することによって形成するか、貫通孔の内壁全体に触媒作用を有する金属層を形成し、その一部分をマスクを介して選



択的に除去した後、マスクを除去して形成することができる。このようなストリップ電極 3 1 および 2 3 は、全ての貫通孔 1 2 に設けるのが好ましいが、必ずしもそのようにする必要はない。

【0 0 5 0】 上述した実施例では、1 個のハニカム構造体 1 1 のみを用いるものとしたが、多量の排ガスを処理する場合には貫通孔 1 2 の開口部分の合計面積が不足することもある。このような場合には、図 2 3 に示す第 1 0 実施例のように複数のハニカム構造体 1 1 を上下左右に配列し、全体として大きな開口面積が得られるようにすることもできる。本例では、これらのハニカム構造体 1 1 の一方の端面に設けたメッシュ電極 3 5 をパルス電源 1 6 の一方の出力端子に共通に接続し、他方の端面に設けたメッシュ電極 3 6 をパルス電源 1 6 の他方の出力端子に共通に接続する。したがって、これらのハニカム構造体 1 1 は処理すべき排ガスの流れの方向に見て並列に配列されていると共に電氣的にも並列に接続されている。本発明では、各ハニカム構造体 1 1 を光触媒作用を有する材料を含むセラミックスで形成するか、各電極 3 5 および 3 6 を触媒作用を有する金属で形成することができる。

【0 0 5 1】 さらに、排ガス中の有害物質の含有量が多い場合や、処理後の排ガス中の有害物質の残存量の許容値が著しく小さい場合には、1 個のハニカム構造体ではこのような要求を十分満足しないこともある。このような場合には、長さの長いハニカム構造体を用いれば良いが、長くなると放電電圧が高くなるという問題がある。そこで本発明の第 1 1 実施例においては、図 2 4 に示すように複数のハニカム構造体 1 1 a、1 1 b、1 1 c、1 1 d を直列に連結する。このようなタンデム配列においては、各ハニカム構造体の端面に設けられたメッシュ電極を交互にパルス電源 1 6 の一方の出力端子および他方の出力端子に接続する。この場合にも、ハニカム構造体 1 1 a、1 1 b、1 1 c、1 1 d の全部または一部を光触媒作用を有する材料を含むセラミックスで形成するか、メッシュ電極の全部または一部を触媒作用を有する金属で形成することができる。

【0 0 5 2】 図 2 5 は、複数のハニカム構造体 1 1 a ~ 1 1 f を直列に配列した本発明による物質処理装置の第 1 2 実施例を示すものである。図 2 4 に示した実施例ではタンデムに配列した全てのハニカム構造体を同一の構造、寸法を有す

るものとし、各ハニカム構造体の端面間には同じ電圧が印加されるようにしたが、本例では、ハニカム構造体の長さを相違させると共に端面間に印加される電圧も相違させる。すなわち、排ガスの流れ方向に見て、最初の2個のハニカム構造体11aおよび11bは長さが短いものとし、その両端面に設けたメッシュ電極を第1のパルス電源16aに接続し、次の2つのハニカム構造体11cおよび11dの長さを長くし、メッシュ電極を第2のパルス電源16bに接続し、残りの2個のハニカム構造体11eおよび11fの長さは短くし、その両端のメッシュ電極を第3のパルス電源16cに接続する。

【0053】 第1のパルス電源16aに接続されるハニカム構造体11aおよび11bは、予備励起領域を構成し、排ガス中に含まれる有害物質を予備的に励起するものである。したがって、少なくともこれらの排ガス入力側のハニカム構造体11aおよび11bの端面に設けられたメッシュ電極を触媒作用を有する金属で形成し、有害物質を予備的に分解するのが好適である。次のパルス電源16bに接続されたハニカム構造体11cおよび11dは本励起領域を構成するものであり、予備励起領域で励起された有害物質を分解するものであり、したがって少なくともこれらのハニカム構造体11cおよび11dは光触媒作用を有する材料で形成するのが好適である。残りの2つのハニカム構造体11eおよび11fは後励起領域を構成するものであり、本励起によって分解されない有害物質を主として高エネルギー電子によって分解するものである。このような機能を考慮し、第1～第3のパルス電源16a、16b、16cの出力ピーク電圧は、それぞれ15KV、20KVおよび30KVとすることができる。本例では、ハニカム構造体としてメッシュ巾が6mm角のものを用いているが、メッシュ巾を含めたハニカム構造体の寸法および形状、パルス電圧の振幅やパルス巾などは、各反応に最適な放電条件が得られるように適宜選定することができる。

【0054】 図26は、本発明による物質処理装置の第13実施例におけるハニカム構造体11の貫通孔12を画成する内壁の形状を示すものである。上述した実施例においては、ハニカム構造体の貫通孔の内壁は平坦なものとしたが、本例ではこのハニカム構造体の貫通孔の内壁に凹凸を形成したものである。この凹凸構造は、例えば貫通孔の内壁に多数の溝をリング状に形成したり、微小な突起

を規則正しく形成したり、ランダムに形成するなどして容易に形成することができる。また、凹凸構造は貫通孔の内壁の全面に形成したが、一部分に形成しても良い。特にハニカム構造体を光触媒作用を有する材料で形成する場合には、このような凹凸構造を貫通孔の内壁に形成するのが有効である。

【0055】 ハニカム構造体11の貫通孔12の内壁に凹凸構造を形成すると、排ガスの流れはこの凹凸によって乱されて乱流となり、排ガスが攪拌されることになり、有害物質と高エネルギー電子との反応の確率が高くなり、それだけ処理効率が向上することになる。また、このような凹凸構造をハニカム構造体11の貫通孔12の内壁に形成しても放電プラズマの発生には殆ど影響はない。さらに、ハニカム構造体を光触媒作用を有する材料で形成する場合には、放電によって発生される紫外線によって励起された活性酸素による分解および/または酸化によって有害物質が処理されるので上述したような乱流を発生させることはゆうこうである。

【0056】 上述した全ての実施例においては、ハニカム構造体を用い、その貫通孔に有害物質を含む排ガスを通すと共に貫通孔に沿って放電プラズマを発生させるように構成した、本発明の特徴の一つである光触媒作用を利用する場合にはハニカム構造体を使用する必要は必ずしもない。次にそのような実施例を説明する。

【0057】 図27は本発明による物質処理装置の第14実施例を示すものである。金属製のスリーブ電極36の内側に、光触媒作用を有する材料を含むセラミックスより成り、処理すべき物質を含む排ガスが通過する管路を画成する第1の絶縁性スリーブ37を設ける。この第1の絶縁性スリーブ37のほぼ中央に沿ってワイヤ電極38を架設し、このワイヤ電極の外周に設けられた光触媒作用を有する材料を含むセラミックスで形成された第2の絶縁性シース39を設ける。スリーブ電極36およびワイヤ電極38をパルス電源16に接続し、これらの間に放電プラズマを発生させる。

【0058】 本例では、スリーブ電極36およびワイヤ電極38の間に発生される放電プラズマ中に生成される加速された電子およびラジカルと有害物質との反応によって有害物質を分解すると共に放電プラズマにより発生される紫外線で

光触媒作用を有する材料で形成された第1および第2の絶縁性スリーブ37および39を励起して発生される活性酸素によって有害物質を分解したり酸化したりすることにより、処理効率を高めることができる。

【0059】 図28は本発明による物質処理装置を設けたゴミ焼却プラントの全体の構成を示すものである。収集されたゴミは先ず燃焼炉41において燃焼され、燃焼炉から排出される排ガスはダクト42を経て搬送される過程において消石灰が加えられた後、集塵室43へ導入される。この集塵室43において排ガス中に分散されている微粒子である塵埃が煤塵として除去された後、本発明による物質処理装置44を有する有害物質分解室45へ搬送される。この有害物質分解室45においては、上述したようにハニカム構造体の貫通孔を通る際に、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_x$ 、ダイオキシンなどの有害物質はここで発生される放電プラズマと反応して分解されると共に電極を触媒作用を有する金属で形成したり、ハニカム構造体を光触媒材料で形成することによって有害物質の処理効率は改善されることになる。このようにして有害物質が分解されて無害となった排ガスは煙突46を経て大気中へ放出される。

【0060】 本発明は上述した実施例に限定されるものではなく、幾多の変更や変形が可能である。例えば、上述した実施例では、本発明による物質処理技術を都市型のごみや産業廃棄物の焼却施設において排ガス中に含まれる有害物質を分解するのに適用したが、本発明による物質処理技術は他の施設での排ガス処理や、有機化合物の合成や、シランの分解によるケイ素の堆積などにも適用することができる。また、フロン類、トリクロールエチレンなどの処理にも適用することができる。

【0061】

【発明の効果】

上述したように本発明による物質処理方法および装置では、ハニカム構造体の貫通孔に処理すべき物質を含む流体を通し、この貫通孔の内部で放電プラズマを発生させるようにしたものであるから、ハニカム構造体全体に亘って均一に放電プラズマを発生させることができ、このプラズマ中に生成される電子と所定の物質とを反応させて特定の物質を分解したり、捕獲され易い物質へ変成すると共に

電極を触媒作用を有する金属で形成する場合には、物質を分解し易くでき、ハニカム構造体を光触媒材料で形成する場合には活性酸素によって物質を分解したり酸化したりできるので、物質の処理効率は著しく改善されることになる。

【0062】 また、放電プラズマを発生させる電源として所定のパルス電源を用いることによって、排ガス中のダイオキシンを有効に分解することができる高エネルギー電子を選択的に高い密度で生成することができるので、従来分解が困難であったダイオキシンを効率よく無害な物質へ分解することができ、したがって都市型ごみや産業廃棄物の焼却施設に適用するのに適している。

【0063】 さらに、このようなパルス電源として、静電誘導サイリスタをスイッチング素子とするパルス電源を採用することによって、小型で、消費電力が少なく、寿命が半永久的であり、保守が容易であり、イニシャルコストだけでなくランニングコストをも低くすることができる。

【0064】 また、ハニカム構造体の貫通孔の延在方向に電界を印加するようにした実施例では、貫通孔の内壁に沿った沿面放電が発生するので放電領域が拡がり、放電プラズマ中に生成される電子と所定の物質との反応が促進され、処理効率が向上する。

【0065】 さらに、本発明による処理装置は、既設のゴミ焼却施設、火力発電所、溶鉱炉などにも適用可能であり、環境問題に対する一つの解決策を与えることができるので、大きな普及効果が期待できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は、パイプ状電極とワイヤ電極とを用いて発生させたコロナ放電を利用した従来の排ガス処理装置の構成を示す線図である。

【図2】 図2は、誘電体バリア放電を利用した従来の排ガス処理装置の構成を示す線図である。

【図3】 図3は、プレート電極とワイヤ電極とを用いて発生させたコロナ放電を利用した従来の排ガス処理装置の構成を示す線図である。

【図4】 図4は、図1に示した従来の排ガス処理装置におけるコロナ放電の発生状況を示す横断面図である。

【図5】 図5は、図1に示した従来の排ガス処理装置におけるコロナ放電の発

生状況を示す縦断面図である。

【図 6】 図 6 は、従来の高周波プラズマ中に生成される電子のエネルギーと密度との関係を示すグラフである。

【図 7】 図 7 は、サイラトロンを用いたパルス電源から発生されるパルス波形を示すグラフである。

【図 8】 図 8 は、GTO を用いたパルス電源から発生されるパルス波形を示す線図である。

【図 9】 図 9 は、IGBT を用いたパルス電源から発生されるパルス波形を示す線図である。

【図 10】 図 10 は、本発明による第 1 の基本的な構成に基づく物質処理装置の第 1 の実施例を示す線図である。

【図 11】 図 11 は、同じく本発明の第 1 の基本的な構成に基づく物質処理装置の第 2 の実施例を示す線図である。

【図 12】 図 12 は、静電誘導サイリスタを用いたパルス電源から発生されるパルスを示すグラフである。

【図 13】 図 13 は、メッシュ電極を用いる本発明による第 3 の実施例の一部分を拡大して示す斜視図である。

【図 14】 図 14 は、同じくメッシュ電極を用いる本発明による第 4 の実施例の一部分を拡大して示す斜視図である。

【図 15】 図 15 は、ハニカム構造体の端面に被着した導電層より成るメッシュ電極を用いる本発明による物質処理装置の第 5 の実施例を示す線図である。

【図 16】 図 16 は、同じくそのメッシュ電極部分を拡大して示す斜視図である。

【図 17】 図 17 は、同じくその実施例におけるパルスコロナ放電プラズマの発生状況を線図的に示す横断面図である。

【図 18】 図 18 は、同じくパルスコロナ放電プラズマの発生状況を線図的に示す縦断面図である。

【図 19】 図 19 は、本発明による第 2 の基本的な構成に基づく物質処理装置の第 6 の実施例を示す線図である。

【図 2 0】 図 2 0 は、同じく本発明の第 2 の基本的な構成に基づく物質処理装置の第 7 の実施例を示す線図である。

【図 2 1】 図 2 1 は、同じく本発明の第 2 の基本的な構成に基づく物質処理装置の第 8 の実施例を示す線図である。

【図 2 2】 図 2 2 は、同じく本発明の第 2 の基本的な構成に基づく物質処理装置の第 9 の実施例を示す線図である。

【図 2 3】 図 2 3 は、複数のハニカム構造体を並列に配列した本発明の物質処理装置の第 1 0 実施例を示す線図である。

【図 2 4】 図 2 4 は、複数のハニカム構造体を直列に配列した本発明の物質処理装置の第 1 1 実施例を示す線図である。

【図 2 5】 図 2 5 は、複数のハニカム構造体を直列に配列した本発明の物質処理装置の第 1 2 実施例を示す線図である。

【図 2 6】 図 2 6 は、本発明によるハニカム構造体の貫通孔の内壁に凹凸を形成した第 1 3 実施例を示す断面図である。

【図 2 7】 図 2 7 は、ハニカム構造体を用いない本発明の物質処理装置の第 1 4 実施例を示す線図である。

【図 2 8】 図 2 8 は、本発明の物質処理装置を適用したごみ焼却施設の全体の構成を示す線図である。

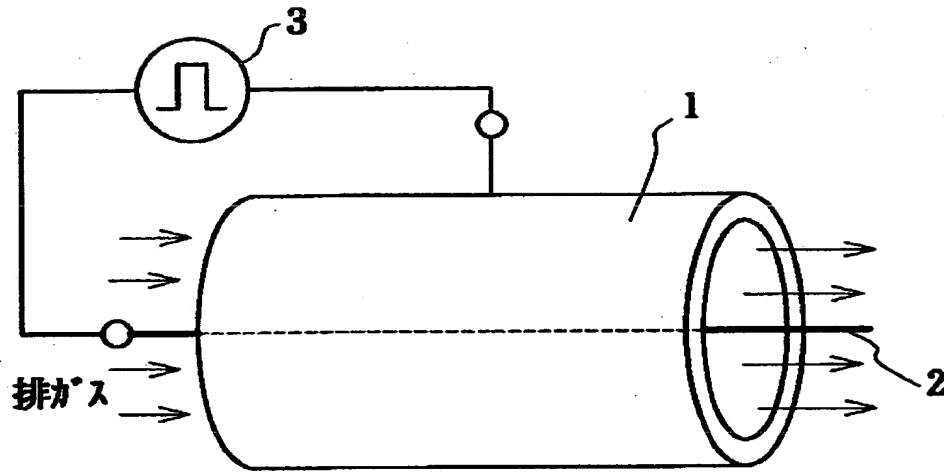
【符号の説明】

1 1 ハニカム構造体、 1 2 貫通孔、 1 3、1 4 メッシュ電極、 1 5 高周波電源、 1 6 パルス電源、 1 7、1 8 導電層より成るメッシュ電極、 2 1 ワイヤ電極、 2 2、2 3 導電プレート、 2 4 外周電極、 2 6、2 7 ワイヤ電極、 2 8、2 9 ロッド電極、 3 1、3 2 ストリップ電極、 3 6 スリーブ電極、 3 7、3 9 第 1 および第 2 の絶縁性スリーブ、 3 8 ワイヤ電極、 4 1 焼却炉、 4 2 ダクト、 4 3 集塵室、 4 4 物質処理装置、 4 5 有害物質分解室、 4 6 煙突【0 0 6 4】

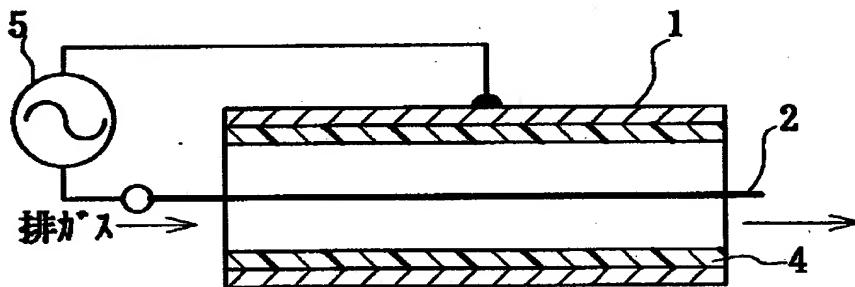
また、ハニカム構造体の貫通孔の延在方向に電界を印加するようにした実施例では、貫通孔の内壁に沿った沿面放電が発生するので放電領域が拡がり、放電プラズマ中に生成される

【書類名】 図面

【図 1】

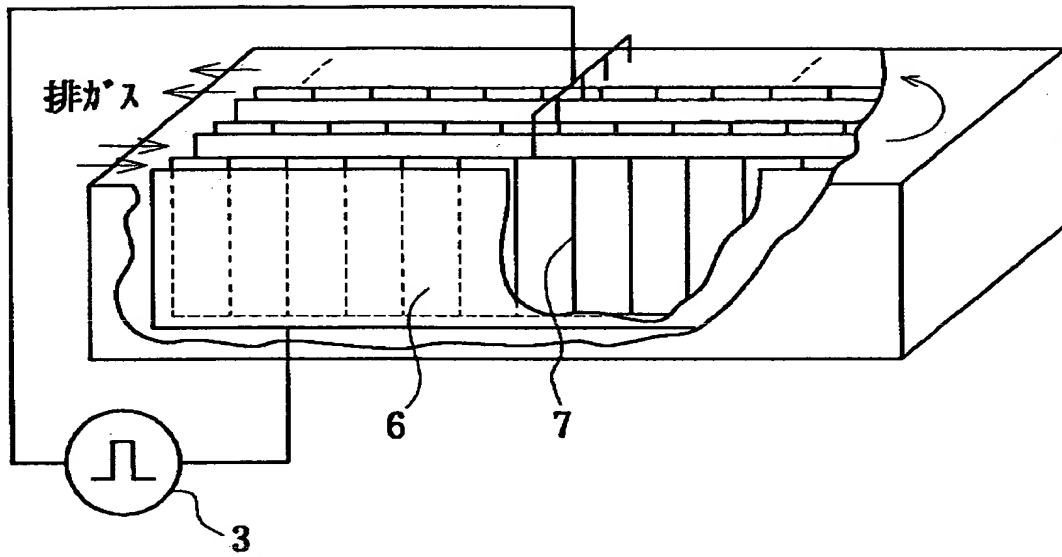


【図 2】

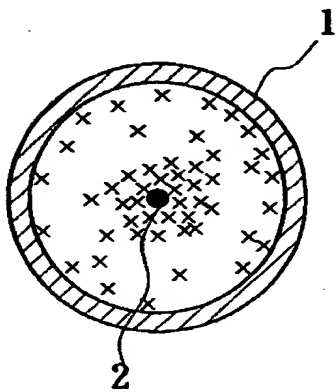




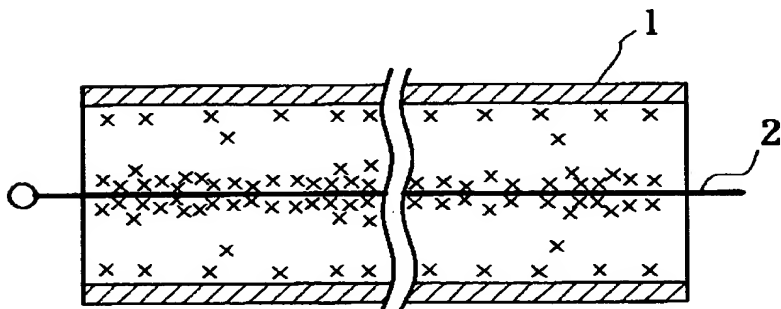
【図 3】



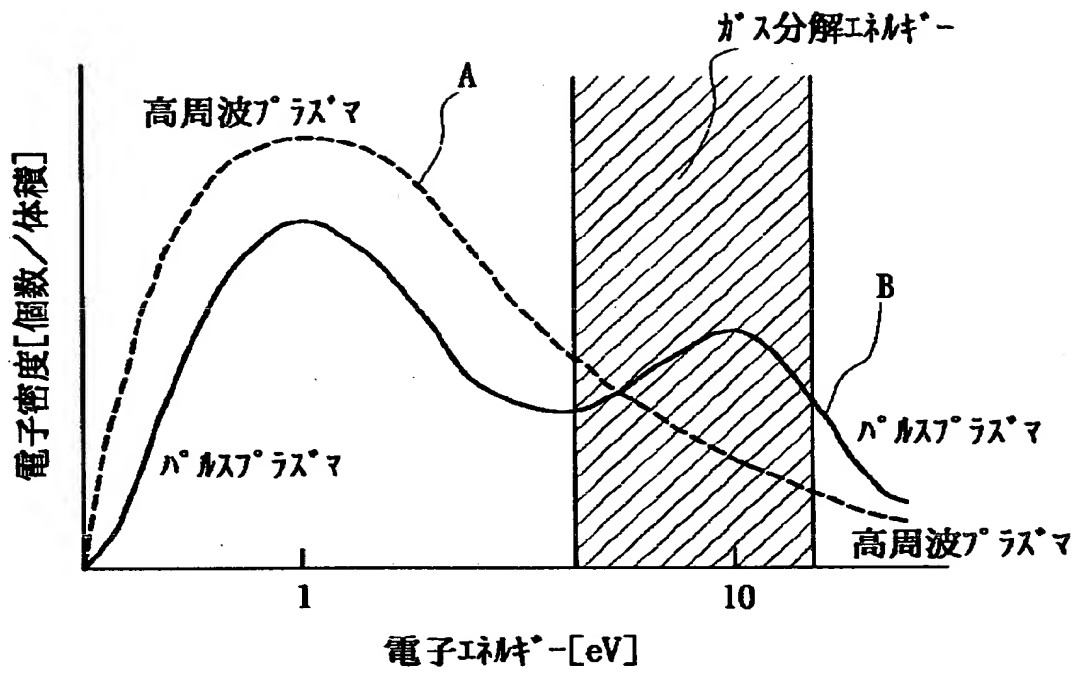
【図 4】



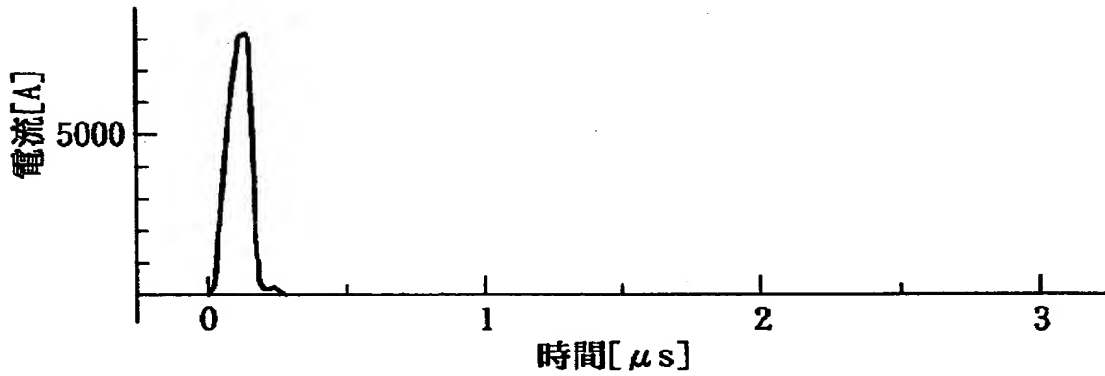
【図 5】



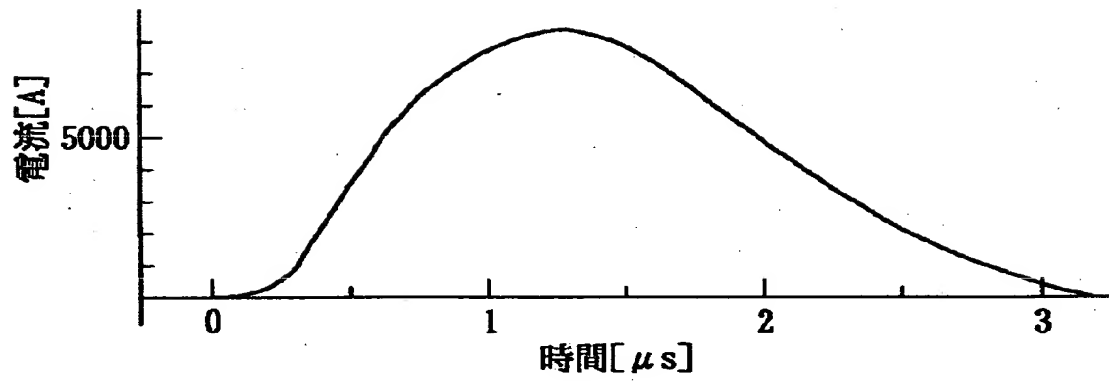
【図6】



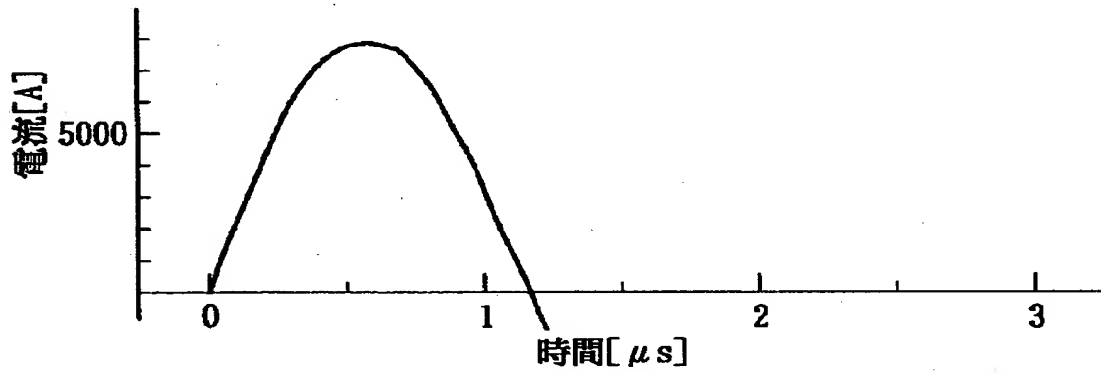
【図7】



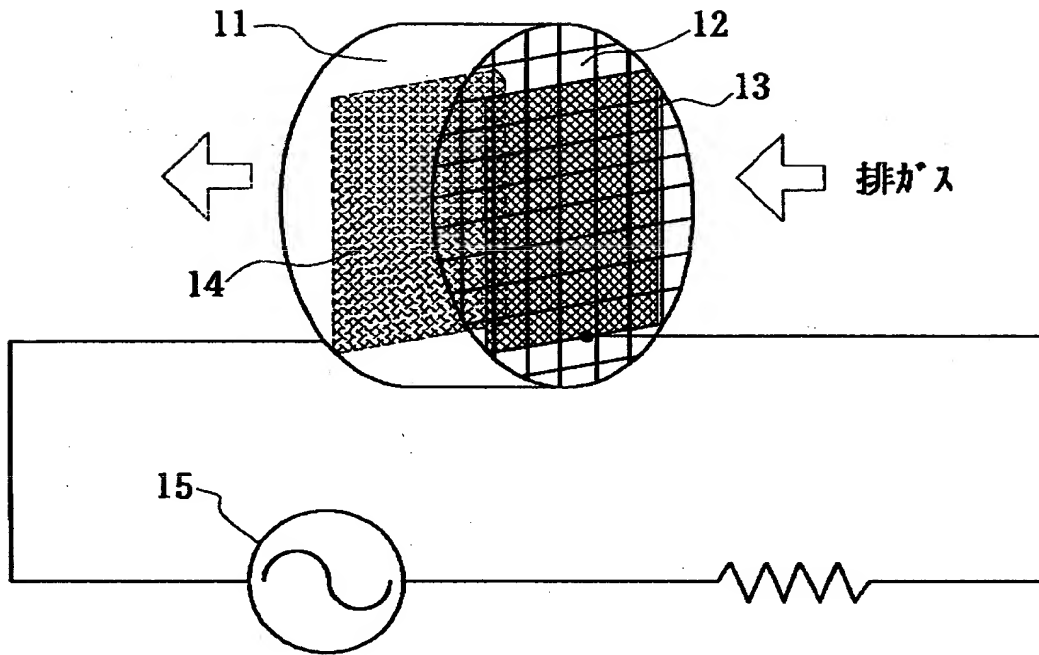
【図 8】



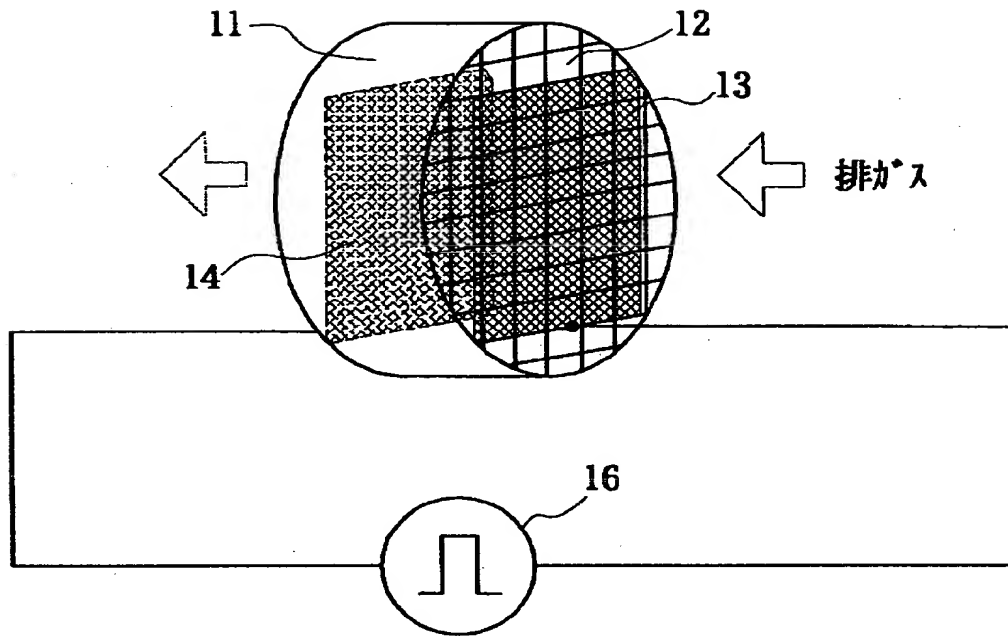
【図 9】



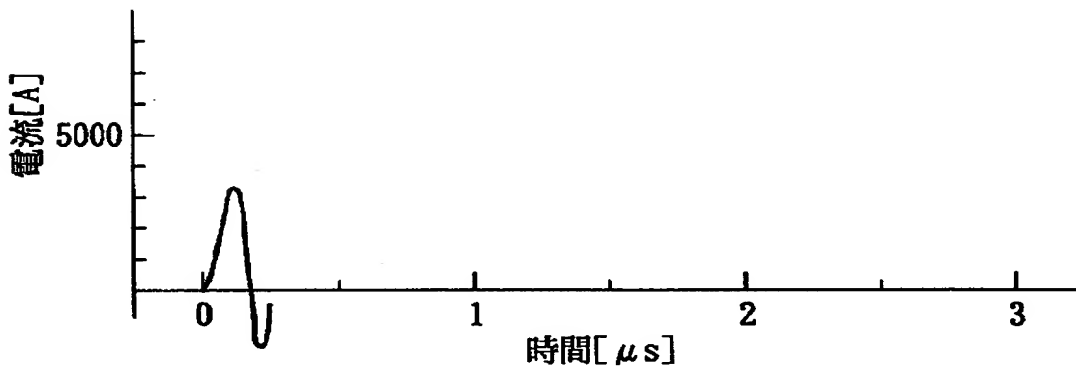
【図 1 0】



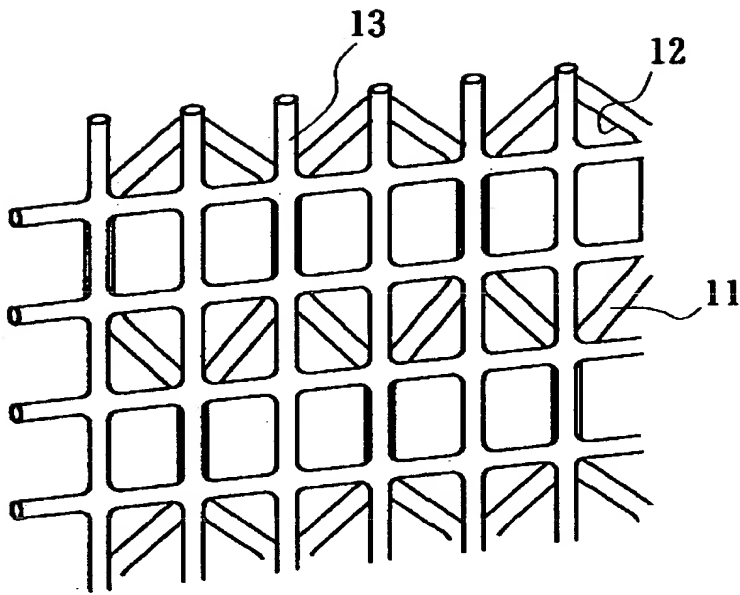
【図 1 1】



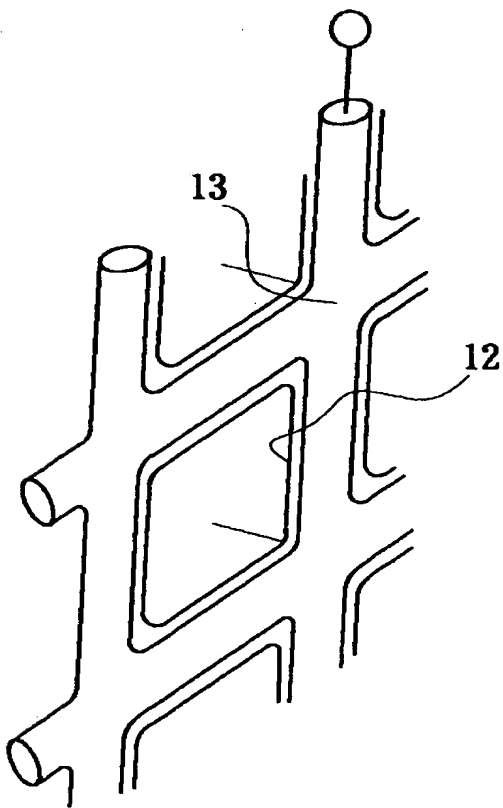
【図 1 2】



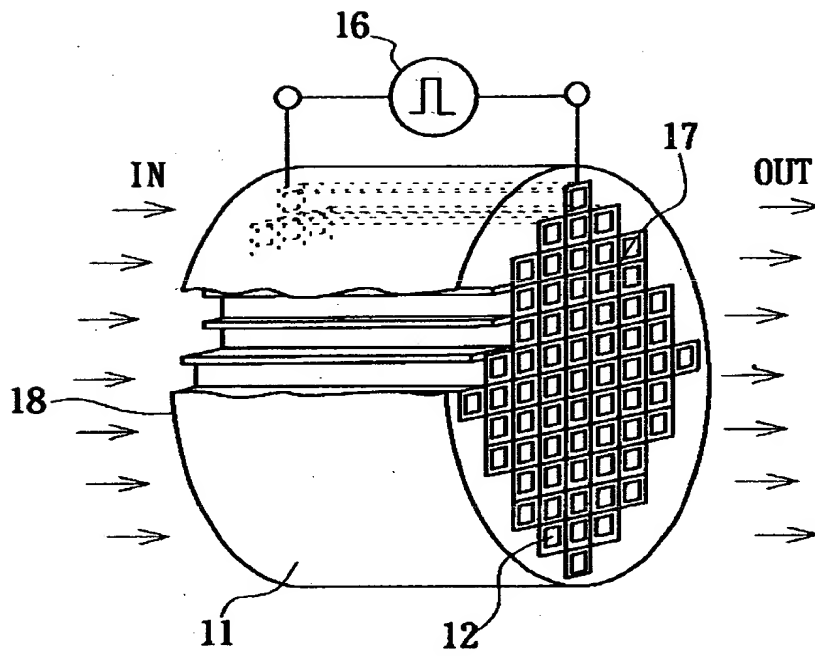
【図 1 3】



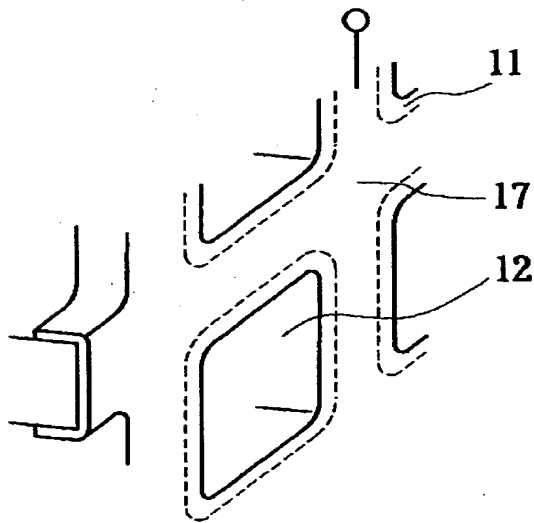
【図 1 4】



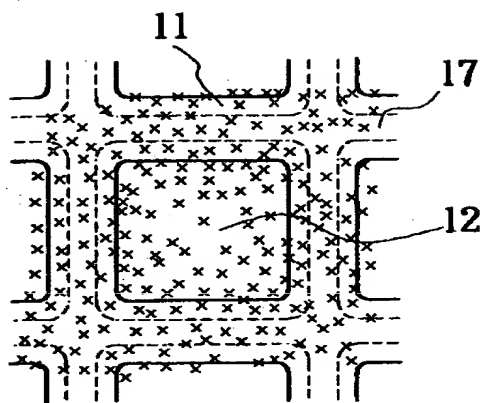
【図15】



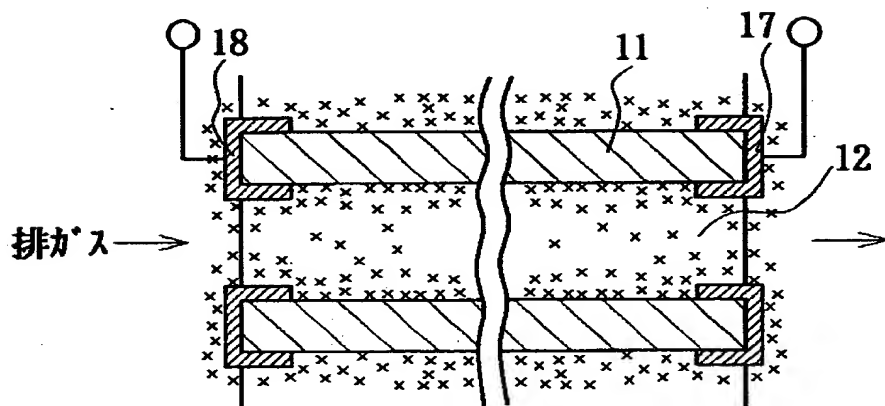
【図16】



【図 17】

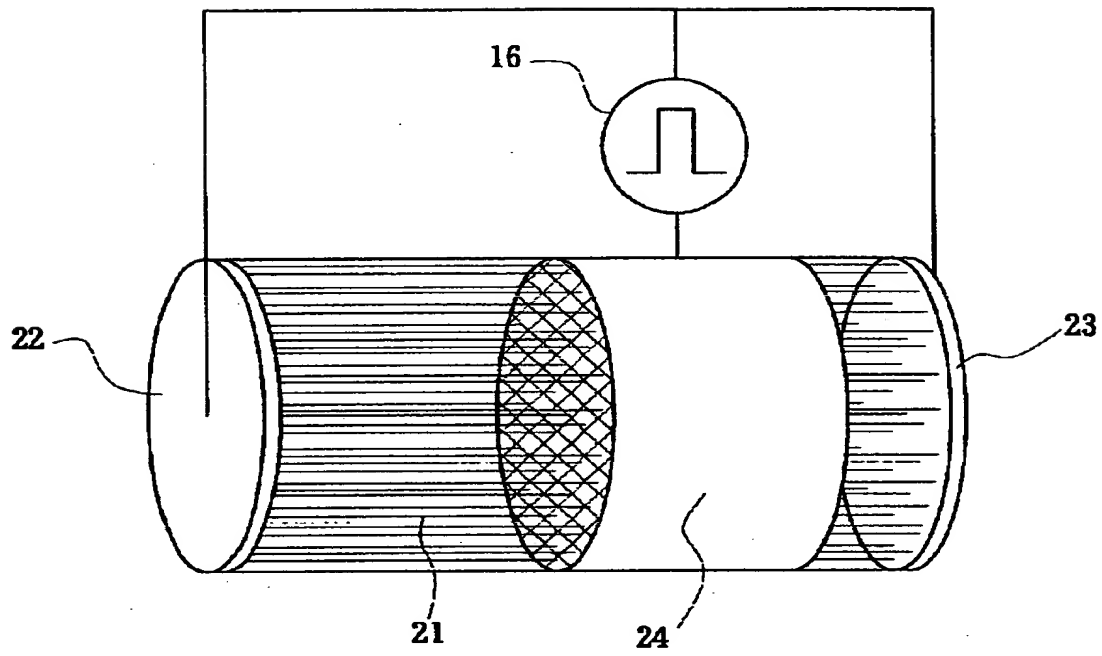


【図 18】

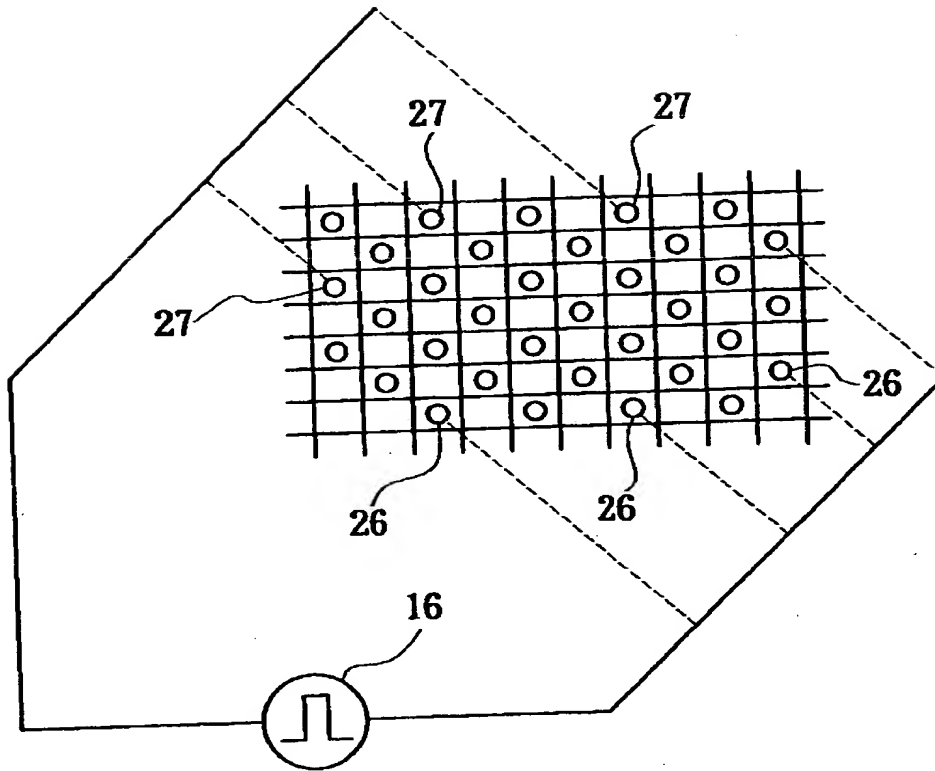




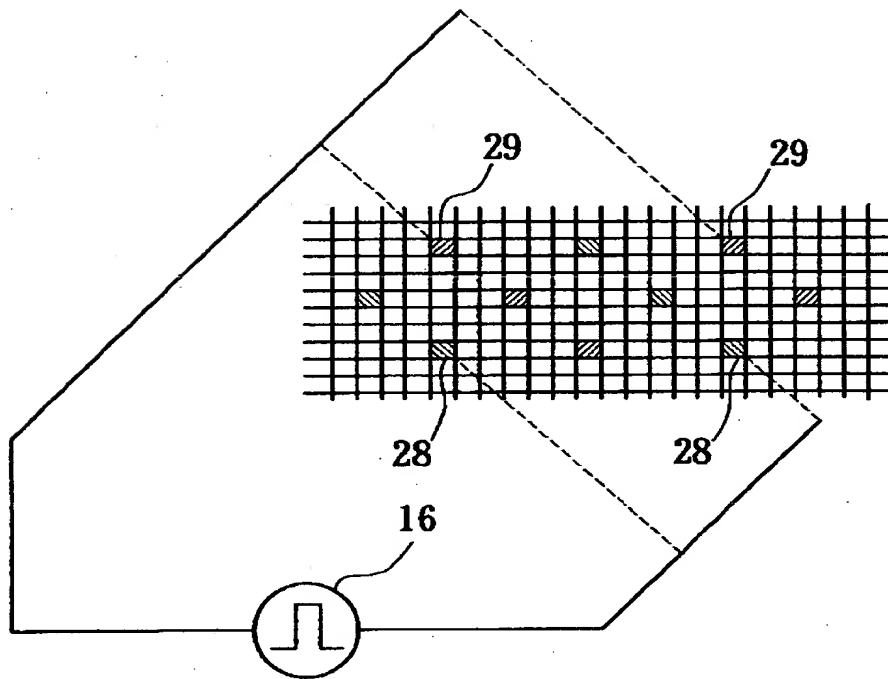
【図 1 9】



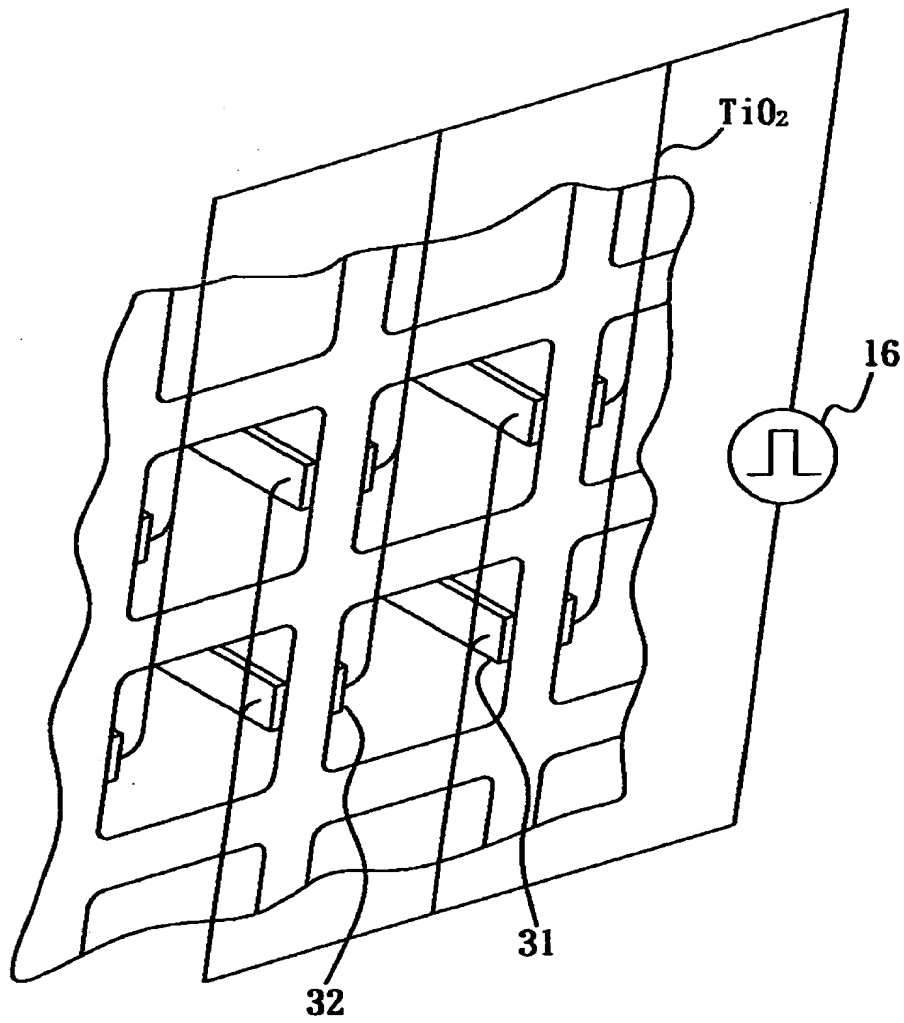
【図 20】



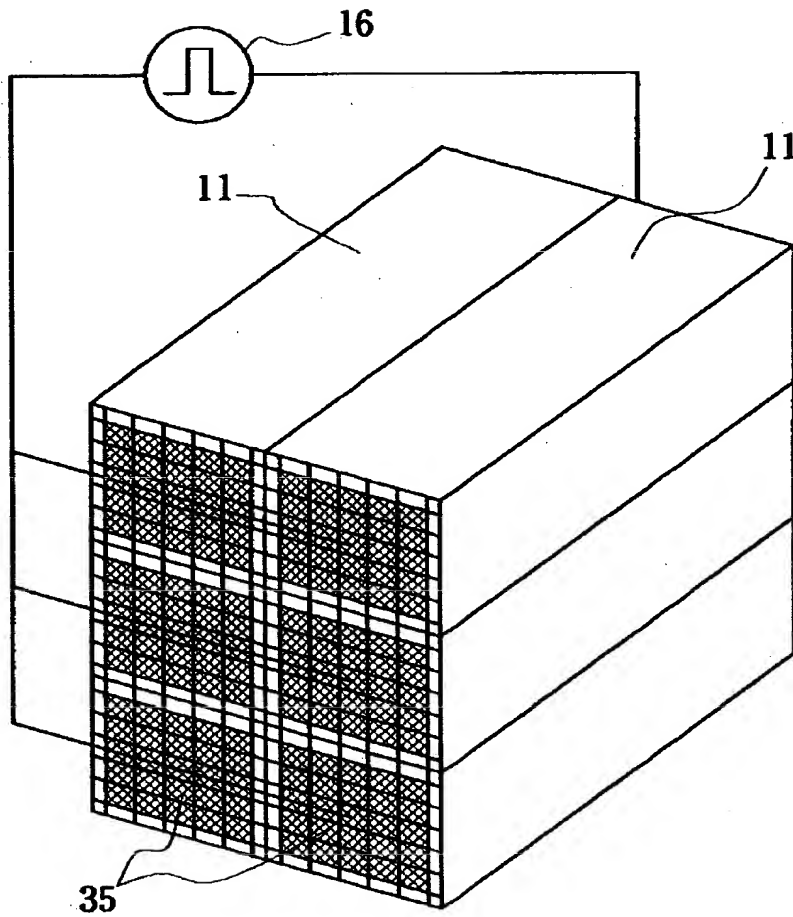
【図 2 1】



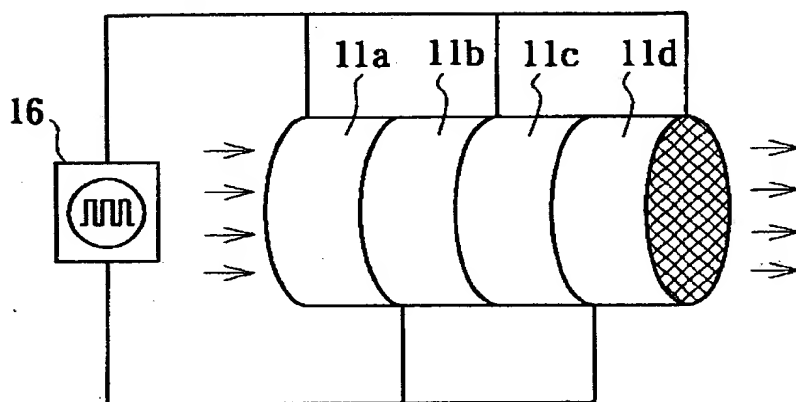
【図 22】



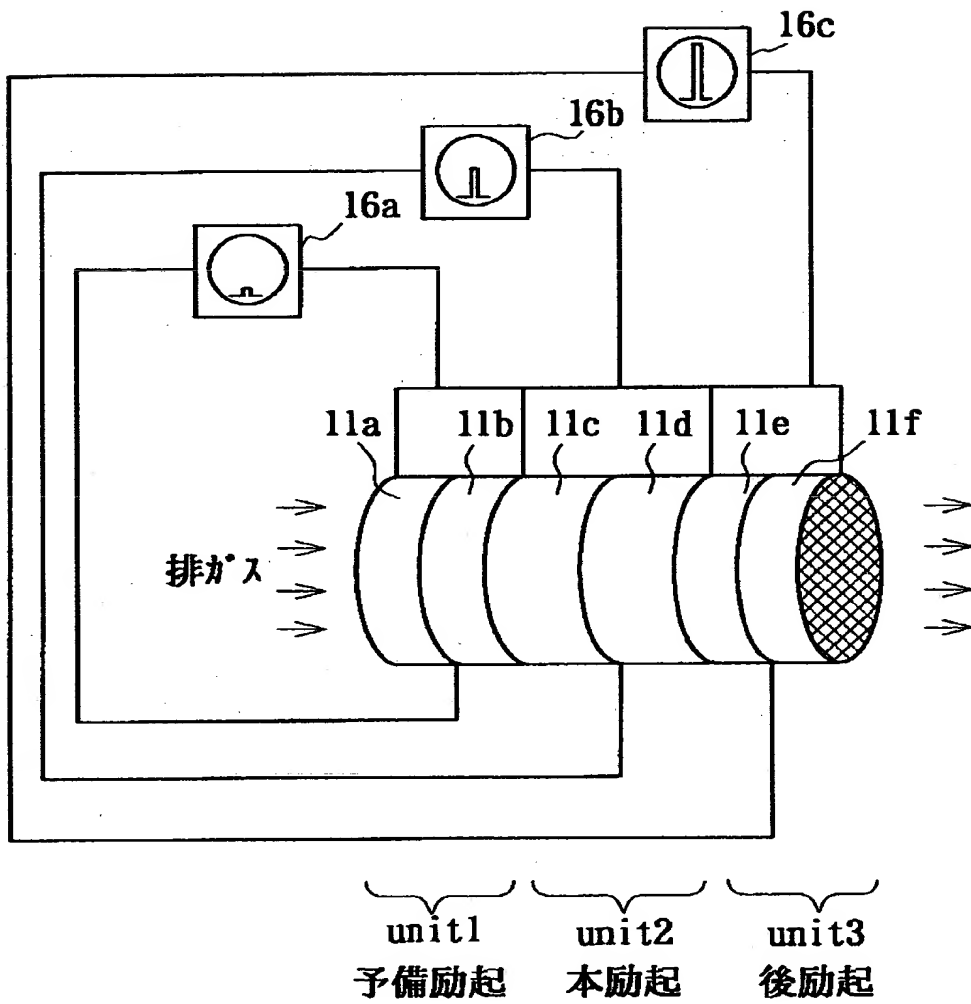
【図 2 3】



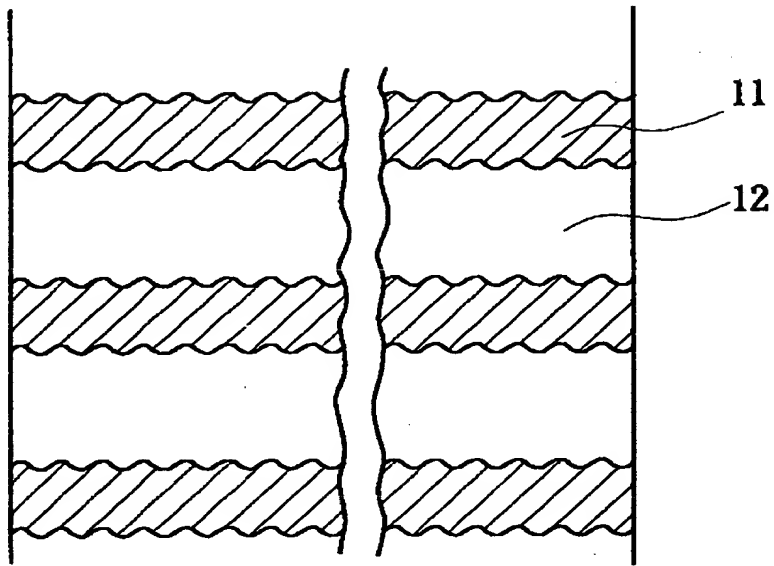
【図 2 4】



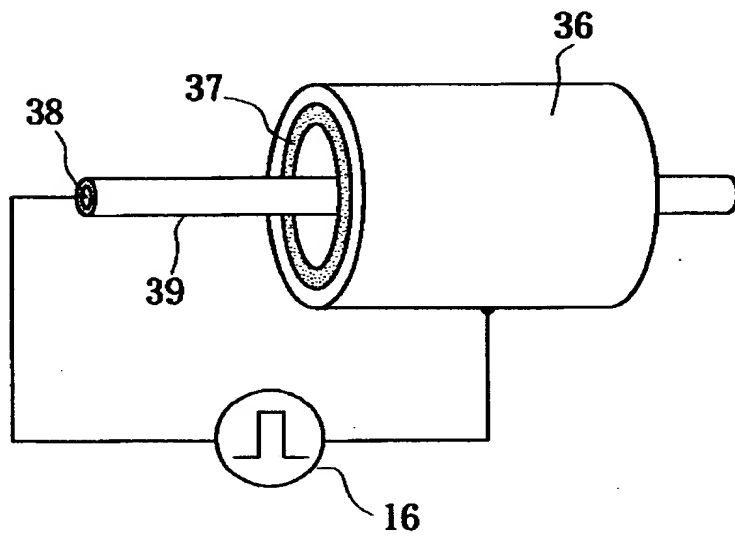
【図 2 5】



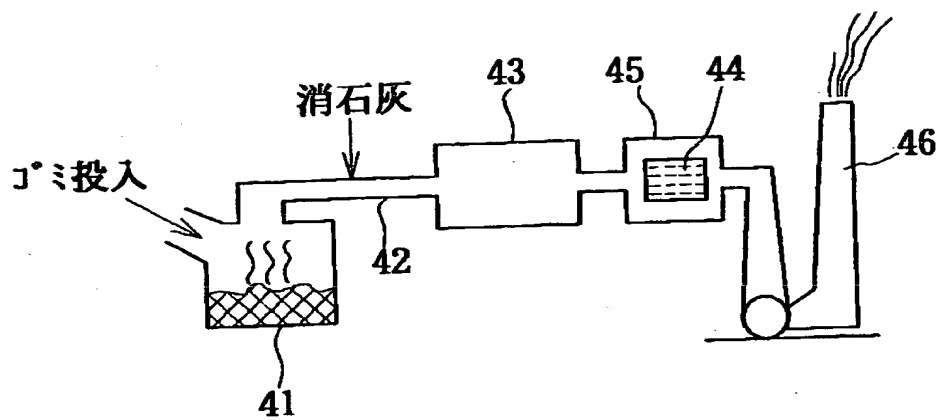
【図 2 6】



【図 2 7】



【図 2 8】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 排ガス中に含まれる $\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_x$ やダイオキシンなどの有害物質を放電プラズマによって効率よく無害な物質に分解できる方法および装置を提供する。

【解決手段】 電気絶縁製のハニカム構造体11の両端面に、触媒作用を有する白金、パラジウム、ニッケル系の金属より成るメッシュ電極13および14間に高周波電源15を接続して貫通孔12に沿って放電プラズマを発生させ、処理すべき有害物質を含む排ガスを貫通孔に通して、有害物質をメッシュ電極の触媒作用により分解し易くすると共に放電プラズマ中に生成される電子と反応させて有害物質を分解する。放電空間がハニカム構造体の貫通孔によって規定されるので、ハニカム構造体全体に亘って均一に放電プラズマを発生でき、有害物質の分解効率を向上できる。また、ハニカム構造体を光触媒作用を有する材料で形成し、放電による発光で励起することもできる。

【選択図】 図10

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第272603号
受付番号	59900937158
書類名	特許願
担当官	市川 勉 7644
作成日	平成11年10月 4日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000004064
【住所又は居所】	愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
【氏名又は名称】	日本碍子株式会社

【特許出願人】

【識別番号】	592169356
【住所又は居所】	神奈川県川崎市川崎区浅田1-1-2
【氏名又は名称】	石井 彰三

【代理人】

申請人	
【識別番号】	100059258
【住所又は居所】	東京都千代田区霞が関3-2-4 霞山ビル7階
【氏名又は名称】	杉村 暁秀

【選任した代理人】

【識別番号】	100072051
【住所又は居所】	東京都千代田区霞が関3-2-4 霞山ビル7階
【氏名又は名称】	杉村 興作

【選任した代理人】

【識別番号】	100098383
【住所又は居所】	東京都千代田区霞が関3丁目2番4号 霞山ビル ディング7階 杉村萬國特許事務所内
【氏名又は名称】	杉村 純子

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004064]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号

氏 名 日本碍子株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [592169356]

1. 変更年月日 1992年 8月 5日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県川崎市川崎区浅田1-1-2

氏 名 石井 彰三